



Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica
Industrial de Barcelona



Jornada d'Innovació Docent
(JID–RIMA – 2012)

*La Introducción de la Actividad Dirigida en la Enseñanza
de la Electrónica Analógica para Estudiantes del Grado de
Electrónica Industrial y Automática*

Herminio Martínez; Joan Domingo; Antoni Grau

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain

Introducción

2

Jornada d'Innovació Docent (JID-RIMA 2012).
5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain.

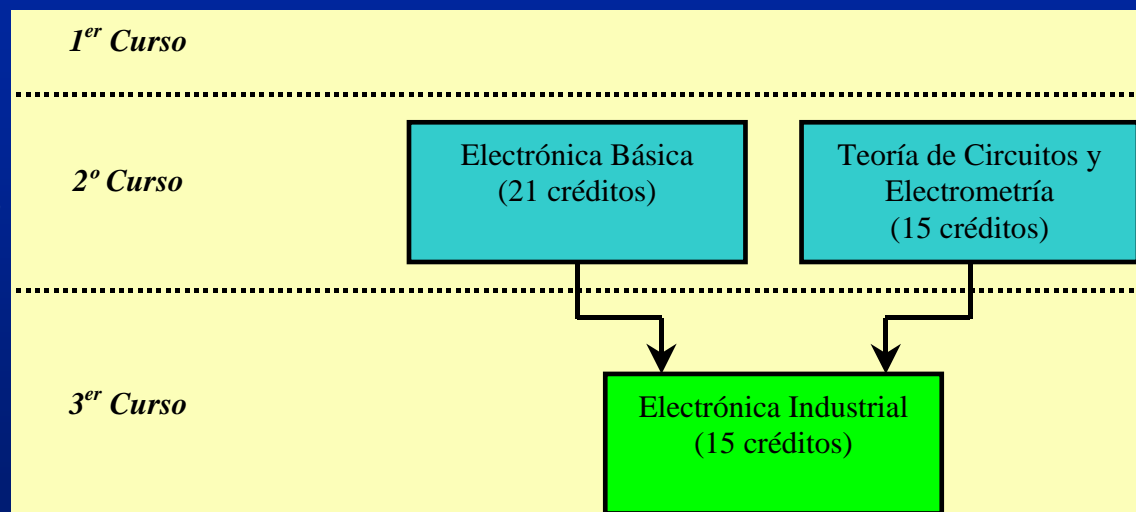
- ✓ A pesar del indiscutible avance y desarrollo de la Electrónica y Sistemas Digitales, es bien cierto que la electrónica analógica, y especial aquélla que incide directamente en el amplificador operacional (OA) y sus aplicaciones, es uno de los pilares fundamentales sobre los que se asientan los modernos planes de estudio para estudiantes de electrónica en diferentes ámbitos de la ingeniería (industrial, telecomunicaciones, etc.).
- ✓ Dentro de la oferta de asignaturas troncales del Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la EUETIB de la UPC, aparecidas a raíz de la puesta en marcha del actual plan de estudios, existe una asignatura, Electrónica Analógica (EA-EIA), que permite al estudiante del citado grado adentrarse en los conocimientos de esta materia.
- ✓ La presente comunicación expone la filosofía de esta asignatura, de forma que analiza la orientación que se pretender dar, en especial dentro del nuevo marco de asignaturas ofertadas en la EUETIB donde, además de las horas de I, P y LAB, ha de darse cabida a las ADs que el nuevo plan contempla.

La Enseñanza de la Electrónica Analógica en Plan 72 para Electrónica Industrial (I)

3

- ✓ En el ya desaparecido Plan 72, la electrónica analógica formaba parte de un compendio de materias dentro del temario de asignaturas que formaban al ingeniero electrónico (sección de Electrónica Industrial, dentro de la especialidad de Electricidad).
- ✓ Básicamente éstas eran dos:
 1. Electrónica Básica.
 2. Electrónica Industrial.

- ✓ *Enseñanza de los sistemas electrónicos dentro del Plan 72 para la especialidad de Electricidad Industrial (sección de Electrónica Industrial) en la EUETIB.*



La Enseñanza de la Electrónica Analógica en Plan 72 para Electrónica Industrial (II)

4

- ✓ Una vez superado el primer curso de la Carrera con asignaturas comunes ('*Álgebra Lineal*', '*Cálculo Infinitesimal*', '*Física*', '*Química*' y '*Dibujo Técnico*'), la '*Electrónica Básica*', era una asignatura anual de 2º curso, formada por un total de 21 cr., simultaneada con '*Teoría de Circuitos y Electrometría*', de 15 cr.
- ✓ En ella se desarrollaban los conocimientos necesarios que deben afrontarse en un curso universitario de ingeniería electrónica:

1. Leyes eléctricas básicas (leyes de Kirchhoff, teoremas de Thévenin y Norton, etc.).
2. Componentes discretos básicos y sus circuitos de aplicación (diodos, transistores bipolares, y transistores de efecto de campo).
3. Sistemas analógicos básicos, en torno al amp. op.
4. Sistema digitales básicos (simplificación de funciones, circuitos combinacionales y secuenciales típicos).
5. Estructuras conversoras estáticas de potencia básicas (rectificadores controlados y no controlados, y troceadores de tensión).

La Enseñanza de la Electrónica Analógica en Plan 72 para Electrónica Industrial (III)

5

Jornada d'Innovació Docent (JID-RIMA 2012).
5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain.

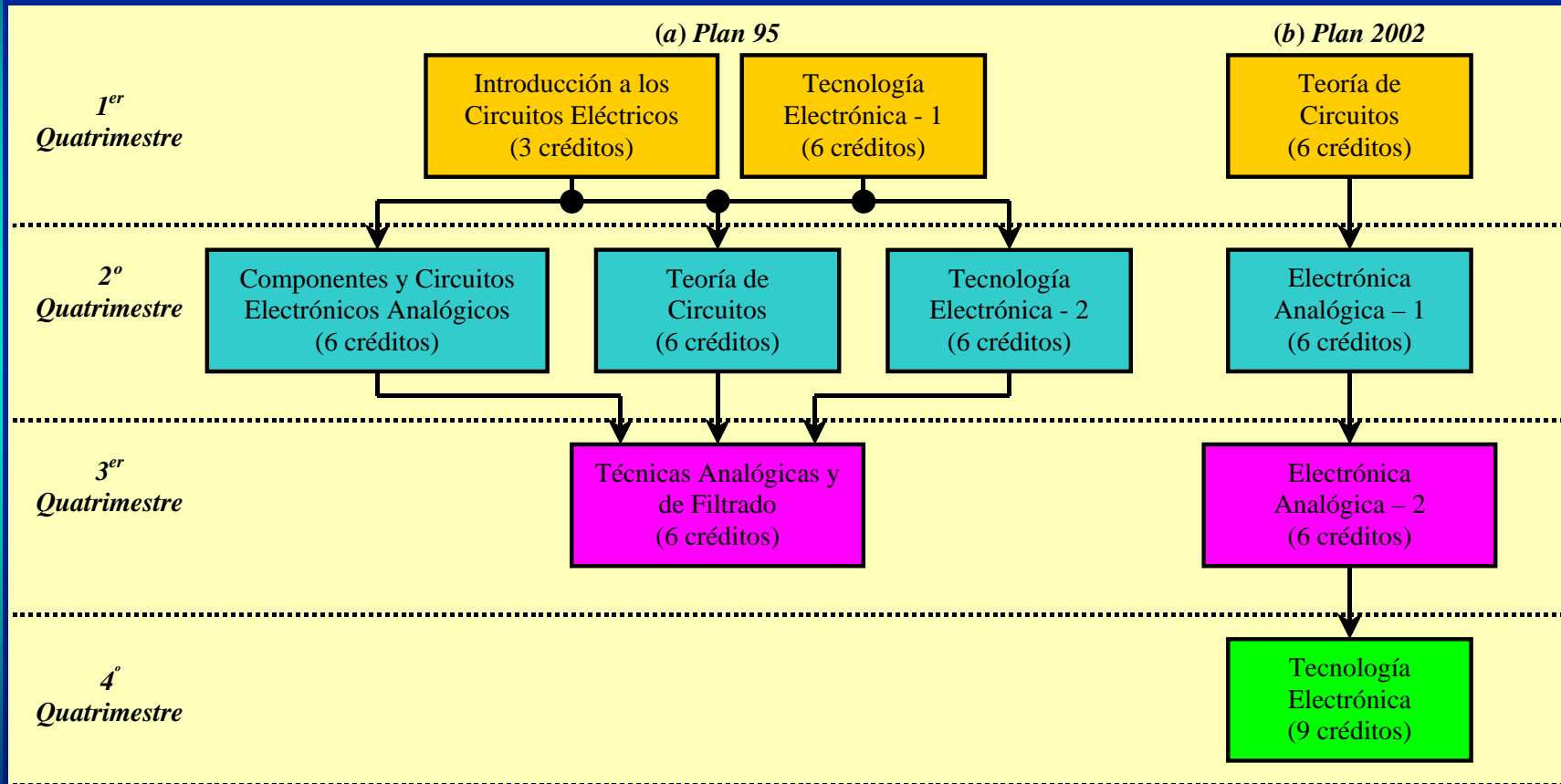
- ✓ Por su parte, la 'Electrónica Industrial' era una asignatura anual de 3^{er} curso, formada por un total de 18 cr., y donde se ampliaban los horizontes de la Electrónica en sus diferentes campos.
- ✓ En particular se trataban temas relacionados con:

1. La electrónica digital microprogramada (microprocesadores).
2. Las técnicas de comunicación analógicas y digitales.
3. La electrónica de potencia.
4. Las técnicas de filtrado, principalmente analógico.

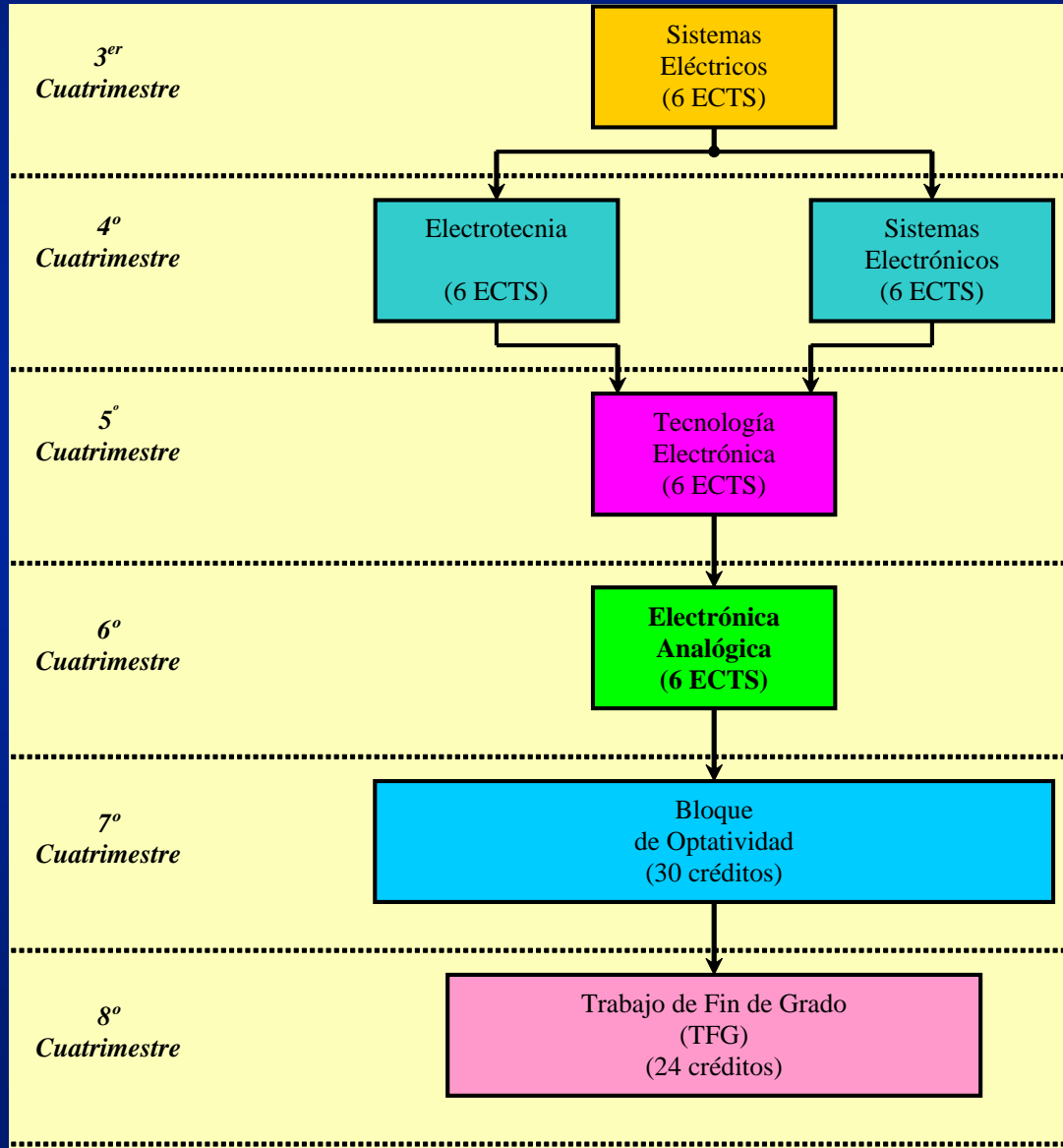
- ✓ Este inmenso abanico de temas referentes a la ciencia Electrónica hacía que ambas asignaturas representaran un handicap difícil de superar para el estudiante, cuando además, la carga docente principal se centraba en desarrollos teóricos de pizarra y no en clases prácticas o de laboratorio, generalizándose la idea de que, a pesar del interés que despertaban los temarios de las dos asignaturas, los conocimientos de electrónica impartidos en ella eran altamente densos.

La Enseñanza de la Electrónica en Plan 95 y Plan 2002 para Electrónica Industrial

- ✓ Enseñanza de los sistemas electrónicos analógicos para la especialidad de Electrónica Industrial en la EUETIB: (izquierda) Dentro del Plan 95. (derecha) Dentro del Plan 2002.

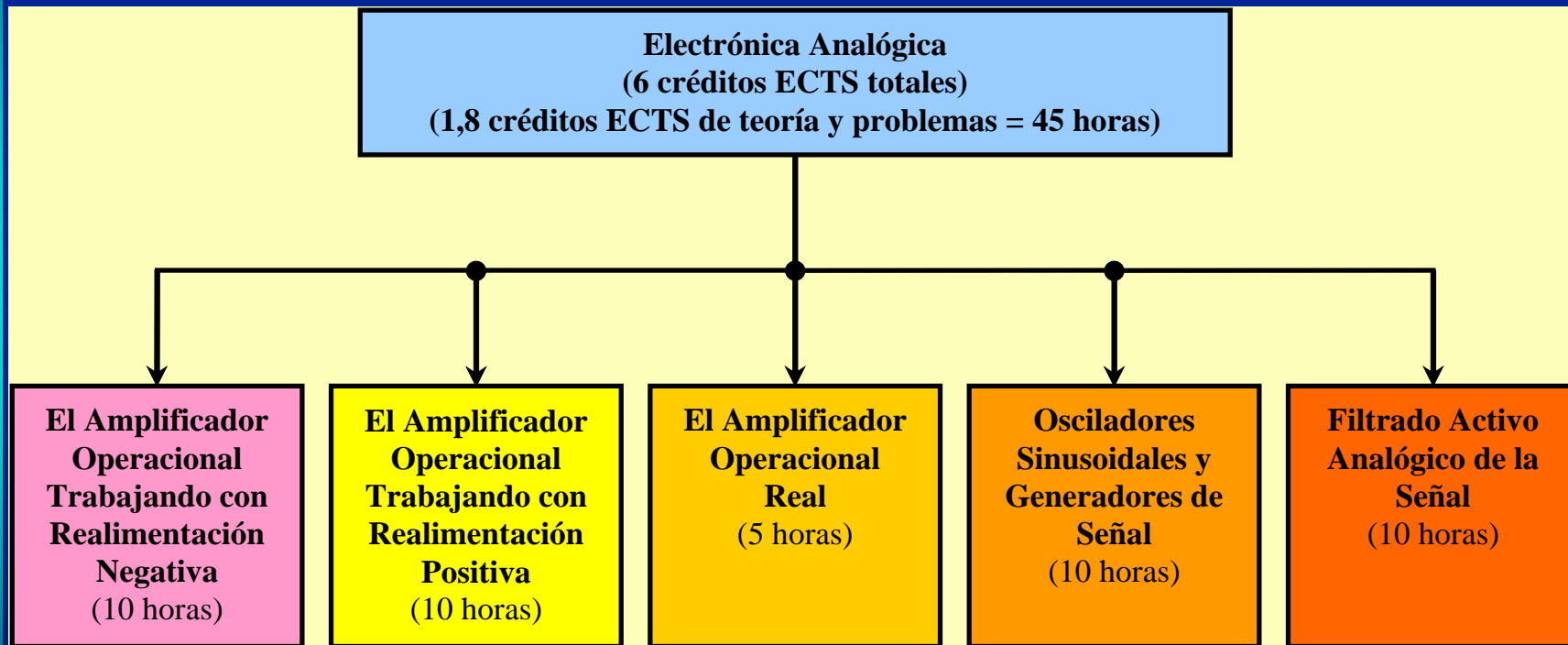


La Enseñanza de la Electrónica en el Actual Plan del EEES para el Grado de EIA



Contenidos de la Asignatura Obligatoria 'Electrónica Analógica' (EA-EIA)

- ✓ Los conocimientos a impartir en esta asignatura se han dividido en 5 grandes bloques, cada uno de ellos con entidad propia, pero que en conjunto permiten obtener al alumno una idea clara de los sistemas analógicos basados en OAs:



- ✓ Las horas indicadas en la figura corresponden a las de teoría y problemas de la misma.

La Actividades Dirigidas en la Asignatura 'Electrónica Analógica' (I)

9

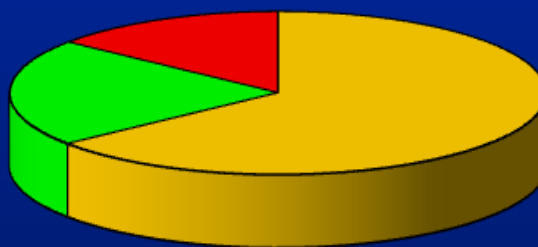
- ✓ Con la puesta en marcha del actual Plan dentro del EEES en la EUETIB, se apuesta porque gran parte de las asignaturas de la carrera, especialmente aquéllas optativas que lleven al estudiante a seguir una intensificación dentro de una determinada especialidad, conlleven un porcentaje de créditos referentes a las denominadas 'Actividades Dirigidas' (ADs).
- ✓ En las mismas, se propone al estudiante la realización de diferentes actividades (teóricas, prácticas, búsqueda de información, ...), en el transcurso de las cuales profesor y estudiante no deben coincidir, en general, en el espacio ni en el tiempo.
- ✓ Eso sí, el profesor tutoriza, guía y, si es necesario, introduce elementos de corrección de dichas actividades para, finalmente, evaluarlas adecuadamente.
- ✓ El número de dichos créditos es variable, dependiendo de la asignatura, pero ronda entre el 10 % y el 25 % del total de créditos de la asignatura en la mayoría de ellas.

La Actividades Dirigidas en la Asignatura 'Electrónica Analógica' (II)

10

- ✓ En particular, para la asignatura EA-EIA, de los 6 ECTS en total que tiene la asignatura, 0,4 ECTS corresponden a ADs (14,3% de AD).
- ✓ El otro 85,7% se reparte entre teoría y problemas, con 1,8 ECTS, y 0,6 ECTS de prácticas de laboratorio, relacionadas siempre con los contenidos teóricos presentados en las sesiones previas de la asignatura.
- ✓ Esta distribución de créditos hace que se impartan semanalmente 3 h de T + P, y sesiones quincenales de LAB de 2 h de duración a lo largo de todo el cuatrimestre, dejando disponibles en el cuatrimestre unas 10 h/alumno presenciales para la realización de las ADs propuestas.

- ✓ Distribución porcentual de teoría y problemas (64,3%), laboratorio (21,4%) y ADs (14,3%) de la asignatura 'EE-EIA'.



- Teoría y Problemas (1,8 créditos ECTS)
- Laboratorio (0,6 créditos ECTS)
- Actividad Dirigida (0,4 créditos ECTS)

La Actividades Dirigidas en la Asignatura 'Electrónica Analógica' (III)

11

- ✓ En las ADs de la asignatura intervienen

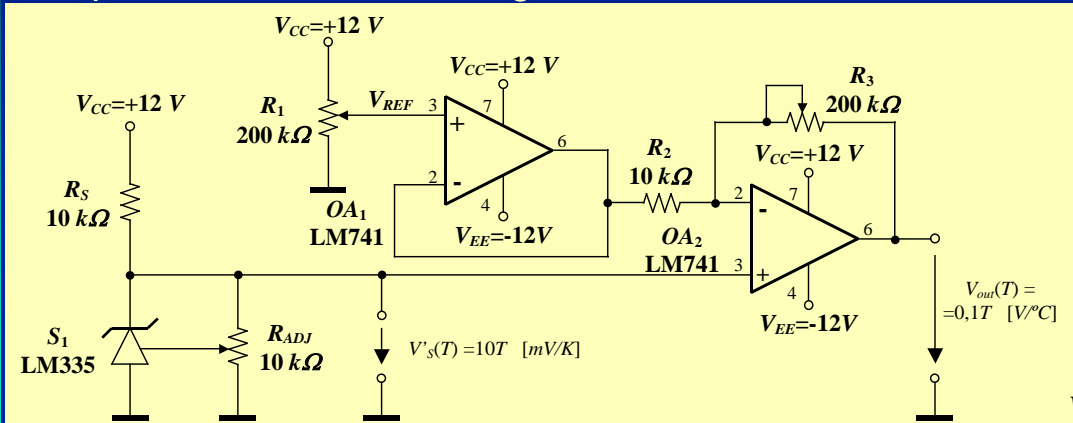
- Una 1ª parte de actividades donde el estudiante, de forma individual o por parejas, debe analizar y simular diferentes circuitos haciendo uso del programa OrCAD-PSpice.
- Una 2ª parte de las ADs, se propone al estudiante la realización física de un sistema analógico utilizando circuitería electrónica de bajo coste.

- ✓ El profesor presenta una serie de títulos a los estudiantes (por ejemplo, amplificadores y ecualizadores de audio, el control de un pequeño motor de DC, control de la temperatura de un pequeño recinto, control de luminosidad, adquisición de variables atmosféricas, etc.).
- ✓ Los/as alumnos/as, generalmente en grupos de dos o tres personas, deben diseñar, montar y soldar el circuito propuesto por ellos mismos en una placa de pruebas que cumpla con la tarea especificada en el título del trabajo.
- ✓ Finalmente, el circuito es testeado por los alumnos en el laboratorio con la presencia del profesor, y evaluado por éste último.

La Actividades Dirigidas en la Asignatura 'Electrónica Analógica' (IV)

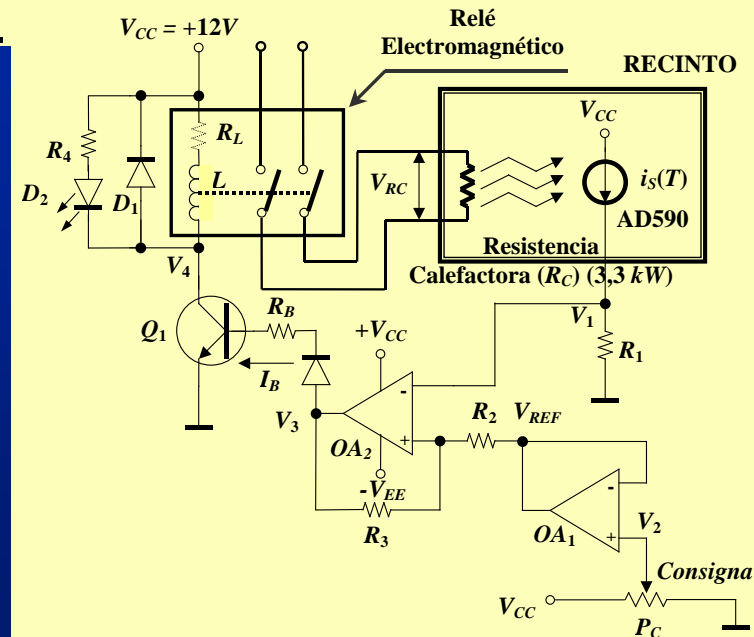
12

- ✓ Ejemplos de sistemas electrónicos diseñados por algunos de los grupos formados por alumnos de la Asignatura EA-EIA.



Termómetro electrónico completo para la medida de grados centígrados basado en el sensor monolítico LM335 de National Semiconductor.

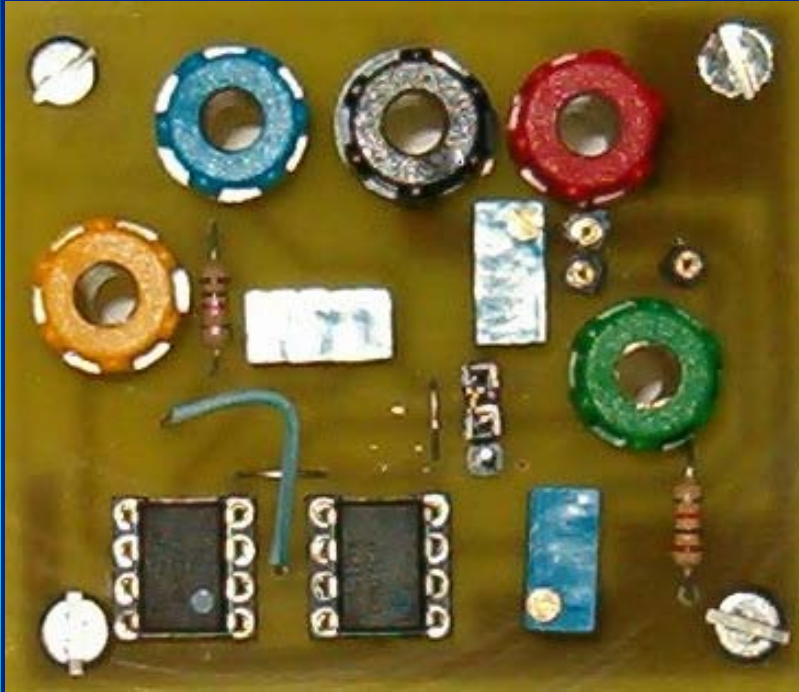
Circuito de control de temperatura mediante un controlador electrónico de dos posiciones con histéresis.



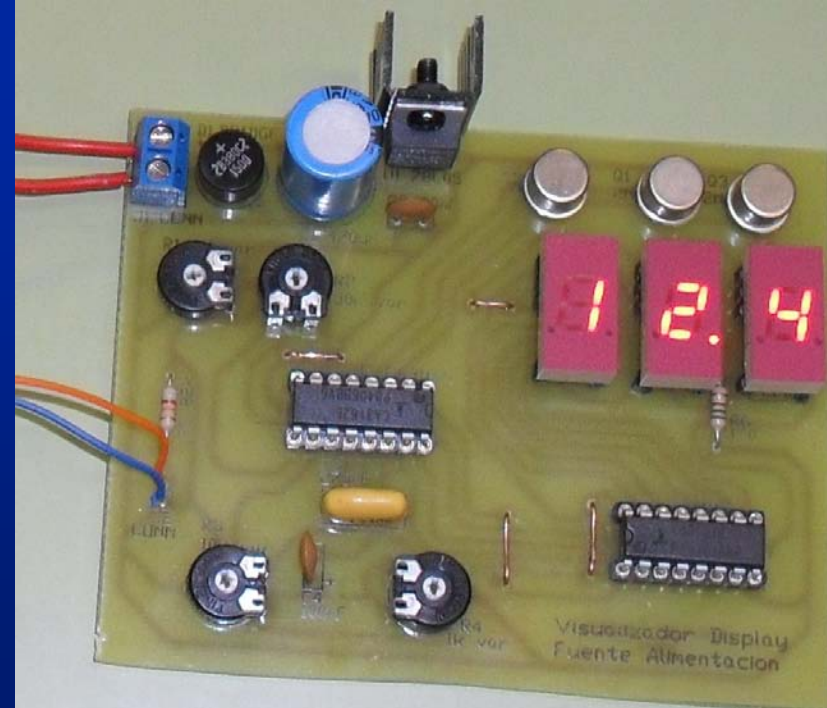
La Actividades Dirigidas en la Asignatura 'Electrónica Analógica' (V)

13

- ✓ Ejemplos de prototipos de sistemas electrónicos implementados por algunos de los grupos formados por alumnos de la Asignatura EA-EIA.



- ✓ Termómetro electrónico.



- ✓ Fuente de alimentación con visualización del valor.

La Actividades Dirigidas en la Asignatura 'Electrónica Analógica' (VI)

14

- ✓ Se ha visto en el último cuatrimestre de impartición de la asignatura que es altamente positiva la presentación del montaje delante del conjunto de la clase.
- ✓ El procedimiento consiste en que al final de cuatrimestre se dediquen unas horas a tal fin, de forma que durante unos diez o quince minutos el grupo exponga (incluso podríamos decir 'venta') el diseño realizado por ellos mismos, mediante el uso de algunas transparencias.
- ✓ Una vez finalizada esta explicación, el resto de alumnos de la clase y el mismo profesor pueden hacer las preguntas que crean oportunas al respecto.
- ✓ La evaluación puede hacerla el propio profesor o, incluso, pueden participar en la puntuación del montaje los propios alumnos, emitiendo de forma personal una nota del resto de grupos de la clase.
- ✓ La interacción de los grupos con el conjunto de la clase, así como la motivación por el hecho de ser los propios estudiantes quienes han de defender 'su' diseño, son elevadas.

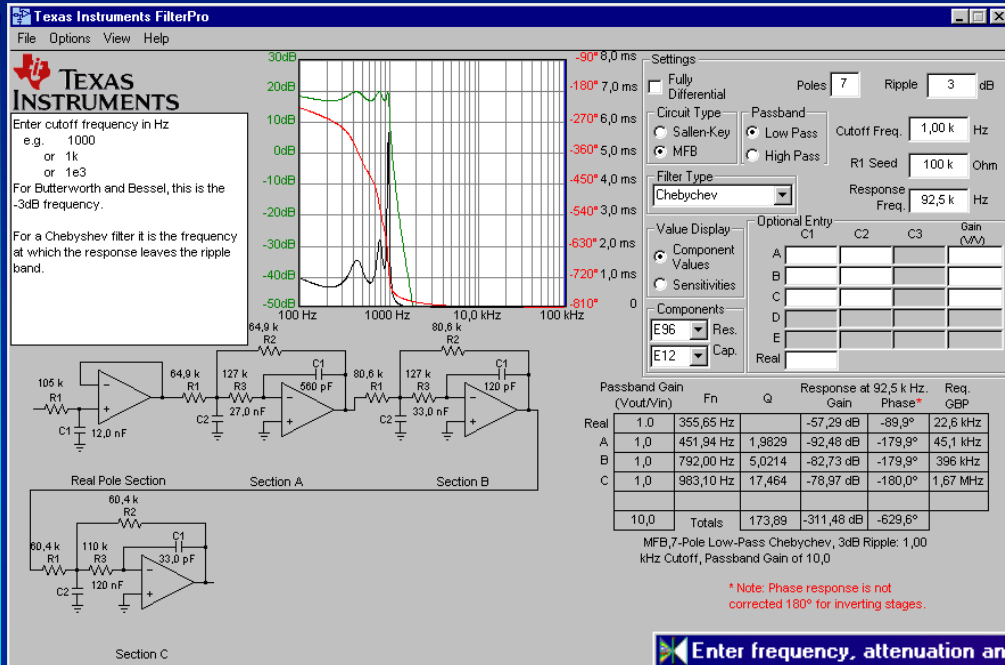
Conclusiones (I)

15

- ✓ Aunque:
 - En general, los alumnos entran a la asignatura con alguna reticencia respecto a la misma, y...
 - ... a pesar del ambicioso temario propuesto, que conlleva por parte del alumno un importante trabajo de estudio y asimilación de conocimientos, por la relativamente alta carga de contenidos...
- ✓ ... la satisfacción de los alumnos respecto a la asignatura es altamente satisfactoria.
- ✓ La introducción de herramientas *software* también es un factor importante a tener en cuenta. Especialmente se hace uso de OrCAD-PSpice para la simulación y análisis de los circuitos estudiados tanto en las sesiones teóricas y de problemas como en las clases de laboratorio.
- ✓ No obstante, se dejan las puertas abiertas para la utilización de diversos programas informáticos para materia específica del temario. Este es el caso, por ejemplo, de los filtros analógicos, donde se incorporan herramientas como FilterPro, etc., para la síntesis de filtros analógicos, sin tener que utilizar para tal fin los, comúnmente, engorrosos métodos analíticos o mediante tablas.

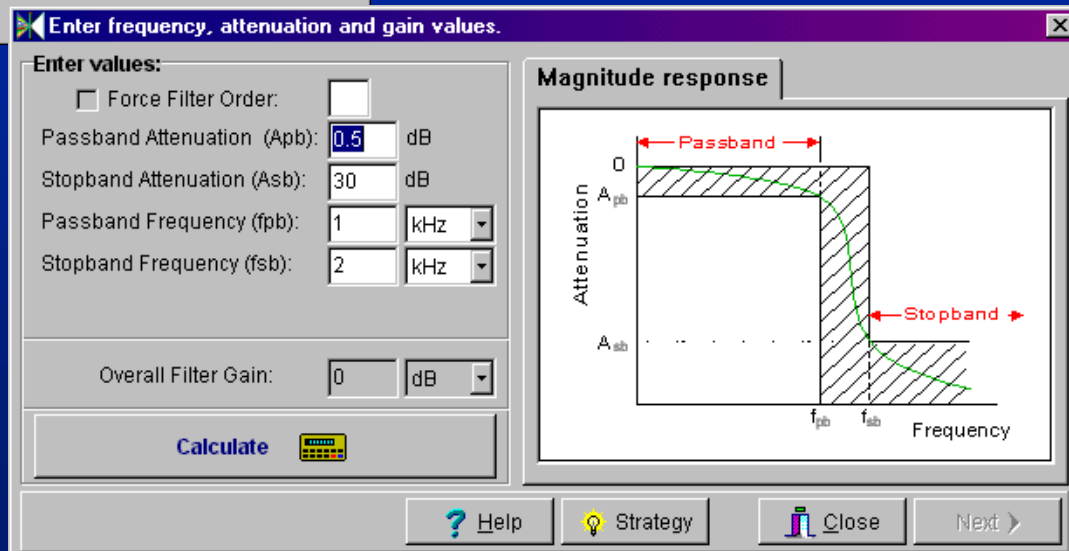
Conclusiones (II)

16



Aspecto de la ventana principal del programa FilterPro® de Texas Instruments® para el diseño de filtros analógicos. El esquema de la pantalla representa un filtro pasa-bajos de 7º orden con aproximación de Chebyshev con 3 dB de ondulación en la banda pasante, cuyas células tienen una topología MFB (estructura de Rauch).

Aspecto de la ventana principal del programa Filter Wiz PRO® de Schematica Software® para el diseño de filtros analógicos. Se pueden apreciar los menús de opciones que presenta el programa.



Conclusiones (III)

17

- ✓ Respecto a la AD, y pese al considerable nº de h que conlleva la realización de un prototipo analógico, prácticamente todos los alumnos consideran que aporta un contacto directo con el laboratorio de electrónica y con la realización, montaje y soldadura de circuitos, indispensable para los futuros ing. electrónicos
- ✓ La satisfacción personal de cada uno de los miembros que forman los grupos de trabajo queda sobradamente satisfecha cuando consiguen hacer funcionar el prototipo diseñado e implementado por ellos mismos.
- ✓ El número de aprobados es altamente satisfactorio, gracias en buena medida a la realización de estas ADs. En las últimas convocatorias de la asignatura, el porcentaje de los alumnos aprobados en la asignatura ronda el 60 % – 70 % del total de alumnos matriculados.
- ✓ Cabe resaltar hecho de realizar por grupos las ADs conlleva poner en práctica uno de los objetivos de la asignatura y, en general, de todas las asignaturas de Grado de la EUETIB: la incentivación personal y motivación de los estudiantes por el trabajo en grupo y el cooperativismo en el aprendizaje.
- ✓ Además, sirve para evaluar posibles competencias transversales contempladas en el EEES: búsqueda de inf., trabajo autónomo, expresión oral...



Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica
Industrial de Barcelona



Jornada d'Innovació Docent
(JID–RIMA – 2012)

*La Introducción de la Actividad Dirigida en la Enseñanza
de la Electrónica Analógica para Estudiantes del Grado de
Electrónica Industrial y Automática*

Herminio Martínez; Joan Domingo; Antoni Grau

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain